

# BEST AVAILABLE COPY

DE3104469

Publication Title:

Arrangement for cooling a superconductive energising winding in the rotor of an electrical machine

Abstract:

Abstract of DE3104469

The arrangement for cooling a superconductive energising winding comprises a first coolant path, which carries liquid helium when the machine is in the operating mode and contains a cooling duct system (which passes through the energising winding) as well as a coolant line (which runs between a coolant connecting head and a cooling duct system) and furthermore a second coolant path, which is separated from the first coolant path, carries liquid and/or gaseous helium (which is passed to and taken from the coolant connecting head), and is thermally conductively connected to a vaporiser plate and/or to a radiating plate arranged around the energising winding, as well as a third coolant path for cooling power supply leads at least approximately to the operating temperature of the energising winding. The cooling arrangement is intended to be constructed such that functionally reliable and economical long-term operation of the machine is possible and, at the same time, a coolant connecting head of relatively simple design can be used. For this purpose, the invention provides that bath cooling of the energising winding (4) is provided by means of super-fluid helium (HeII) in the first coolant path (A). At the same time, the coolant line (10) (which runs between the coolant connecting head (9) and the cooling duct system of the coolant bath (11)) of the first coolant path (A) can advantageously also be used as a coolant supply line and coolant return line. Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

-----  
Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3104469 A1**

⑤① Int. Cl. 3:  
**H 02 K 9/197**

②① Aktenzeichen:  
②② Anmeldetag:  
④③ Offenlegungstag:

P 31 04 489.7  
9. 2. 81  
19. 8. 82

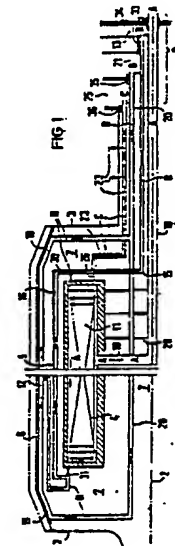
⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦② Erfinder:  
Eisel, Werner, Dipl.-Phys., 8520 Erlangen, DE

DE 3104469 A1

⑤④ »Anordnung zur Kühlung einer supraleitenden Erregerwicklung im Läufer einer elektrischen Maschine«

Die Anordnung zur Kühlung einer supraleitenden Erregerwicklung umfaßt einen im Betriebszustand der Maschine flüssiges Helium führenden ersten Kühlmittelweg, der ein die Erregerwicklung durchsetzendes Kühlkanalsystem sowie eine zwischen einem Kühlmittelanschlußkopf und dem Kühlkanalsystem verlaufende Kühlmittelleitung enthält, ferner einen von dem ersten Kühlmittelweg getrennten, flüssiges und/oder gasförmiges, an dem Kühlmittelanschlußkopf zu- und abgeführtes Helium führenden zweiten Kühlmittelweg, der mit einem um die Erregerwicklung angeordneten Dämpferschild und/oder einem Strahlungsschild wärmeleitend verbunden ist, sowie einen dritten Kühlmittelweg zur Abkühlung von Stromzuführungen zumindest annähernd auf die Betriebstemperatur der Erregerwicklung. Die Kühlanordnung soll so ausgebildet sein, daß ein funktionssicherer und wirtschaftlicher Langzeitbetrieb der Maschine möglich ist und zugleich ein verhältnismäßig einfach gestalteter Kühlmittelanschlußkopf verwendet werden kann. Die Erfindung sieht hierzu vor, daß eine Badkühlung der Erregerwicklung (4) mittels superfluiden Heliums (He II) in dem ersten Kühlmittelweg (A) vorgesehen ist. Dabei kann vorteilhaft die zwischen dem Kühlmittelanschlußkopf (9) und dem Kühlkanalsystem des Kühlmittelbades (11) verlaufende Kühlmittelleitung (10) des ersten Kühlmittelweges (A) zugleich als Kühlmittelzuführungs- und -abfuhrleitung dienen. (31 04 469)



DE 3104469 A1

Patentansprüche

1. Anordnung zur Kühlung einer supraleitenden Erregerwicklung im Läufer einer elektrischen Maschine, insbesondere eines Turbogenerators, mit einem im Betriebszustand der Maschine flüssiges Helium führenden ersten Kühlmittelweg, der ein die Erregerwicklung durchsetzendes Kühlkanalsystem sowie eine zwischen einem Kühlmittelanschlußkopf und dem Kühlkanalsystem verlaufende Kühlmittleitung enthält, mit einem von dem ersten Kühlmittelweg getrennten, flüssiges und/oder gasförmiges, an dem Kühlmittelanschlußkopf zu- und abgeführtes Helium führenden zweiten Kühlmittelweg, der mit einem um die Erregerwicklung angeordneten Dämpferschild und/oder einem Strahlungsschild wärmeleitend verbunden ist, und mit einem dritten Kühlmittelweg zur Abkühlung von Stromzuführungen zumindest annähernd auf die Betriebstemperatur der Erregerwicklung, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Badkühlung der Erregerwicklung (4) mittels superfluiden Heliums (He II) in dem ersten Kühlmittelweg (A) vorgesehen ist.
2. Kühlanordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das superfluide Helium des ersten Kühlmittelweges (A) am Anschlußkopf (9) unter einem Druck von mindestens  $1 \cdot 10^5$  Pa steht.
3. Kühlanordnung nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das superfluide Helium des ersten Kühlmittelweges (A) am Anschlußkopf (9) unter einem Druck von höchstens  $2 \cdot 10^5$ , vorzugsweise höchstens  $1,5 \cdot 10^5$  Pa steht.
4. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

die zwischen dem Kühlmittelanschlußkopf (9) und dem  
Kühlkanalsystem des Kühlmittelbades (11) verlaufende  
Kühlmittelleitung (10) des ersten Kühlmittelweges  
(A) zugleich als Kühlmittelzuführungs- und -abfüh-  
5 rungsleitung vorgesehen ist.

5. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Kühlmittel des dritten Kühlmittelweges (C) dem  
10 zweiten Kühlmittelweg (B) auf Tieftemperatur in Nähe  
der Erregerwicklung (4) entnommenes Kühlmittel ist.

6. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
15 zwischen dem Kühlkanalsystem des Kühlmittelbades (11)  
des ersten Kühlmittelweges (A) und dem zweiten Kühl-  
mittelweg (B) mindestens eine Verbindungsleitung (30,  
31) mit einem Ventil vorgesehen ist.

20 7. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
dem ersten Kühlmittelweg (A) ein Helium II-Vorrats-  
behälter außerhalb des Läufers zugeordnet ist.

25 8. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
in der Kühlmittelleitung (10) zwischen dem Kühlmittel-  
anschlußkopf (9) und dem Kühlkanalsystem des Kühl-  
mittelbades (11) des ersten Kühlmittelweges (A) ein  
30 Kühlmittel-tank (40) vorgesehen ist, an den über mehrere  
Kühlmittelverbindungsleitungen (41) das Kühlkanalsystem  
des Kühlmittelbades (11) angeschlossen ist (Figur 2).

09.02.81

3104469

3

-12-

VPA 81 P 7504 DE

9. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
innerhalb des Läufers mit dem superfluiden Helium  
des ersten Kühlmittelweges (A) großflächige Bleche  
5 (28) eines Molekularsiebes thermisch verbunden sind.

09.09.81

3104469

4

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA 81 P 7 5 0 4 DE

5 Anordnung zur Kühlung einer supraleitenden Erreger-  
wicklung im Läufer einer elektrischen Maschine

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Küh-  
lung einer supraleitenden Erregerwicklung im Läufer  
10 einer elektrischen Maschine, insbesondere eines Turbo-  
generators, mit einem im Betriebszustand der Maschine  
flüssiges Helium führenden ersten Kühlmittelweg, der  
ein die Erregerwicklung durchsetzendes Kühlkanalsystem  
sowie eine zwischen einem Kühlmittelanschlußkopf und  
15 dem Kühlkanalsystem verlaufende Kühlmittleitung  
enthält, mit einem von dem ersten Kühlmittelweg ge-  
trennten, flüssiges und/oder gasförmiges, an dem Kühl-  
mittelanschlußkopf zu- und abgeführtes Helium führenden  
zweiten Kühlmittelweg, der mit einem um die Erreger-  
20 wicklung angeordneten Dämpferschild und/oder einem  
Strahlungsschild wärmeleitend verbunden ist, und mit  
einem dritten Kühlmittelweg zur Abkühlung von Strom-  
zuführungen zumindest annähernd auf die Betriebstempe-  
ratur der Erregerwicklung. Eine solche Kühlanordnung  
25 geht aus der DE-AS 24 53 182 hervor.

Bei der bekannten Kühlanordnung wird zur Kühlung der  
Erregerwicklung vorgesehenes flüssiges Helium I mit  
Überdruck an einem Kühlmittelanschlußkopf in eine  
30 Kühlmittelzuführungsleitung eingespeist und dann  
durch die zur Kühlung der Wicklung vorgesehenen Kühl-  
kanäle eines Kanalsystems gefördert. Zur Kühlung eines  
die Erregerwicklung konzentrisch umschließenden Dämpfer-  
schildes und der erforderlichen Stromzu- und -abfüh-

- rungsleitungen ist jeweils ein eigener Kühlkreislauf mit entsprechenden Kühlmittelwegen vorgesehen. Bei dieser Kühlanordnung ist zwar die Kälteleistung, die zur Abführung der von den jeweiligen Betriebszuständen der
- 5 Maschine abhängenden Verlusten erforderlich ist, an die tatsächlichen Verluste der Maschine anpaßbar, so daß eine wirtschaftliche Ausnutzung der Kälteleistung zu gewährleisten ist. Jedoch ergeben sich aufgrund der forcierten Kühlung der Erregerwicklung mit strömendem
- 10 Helium I Abdichtungsprobleme an dem Kühlmittelanschlußkopf. Dort muß nämlich beim Übergang von feststehenden auf rotierende Maschinenteile im allgemeinen der verhältnismäßig große Überdruck des ersten Kühlmittelweges für das die Erregerwicklung kühlende Helium gegen einen
- 15 geringeren Druck der weiteren Kühlmittelwege der den Dämpferschild bzw. die Stromzu- und -abführungsleitungen kühlenden Helium-Ströme abgedichtet werden. Hierfür geeignete Dichtungen sind konstruktiv sehr aufwendig.
- 20 Derartige Abdichtungsprobleme spielen bei einer weiteren, aus der DE-PS 27 42 477 bekannten Kühlanordnung für den Läufer einer elektrischen Maschine mit supraleitender Erregerwicklung eine geringere Rolle. Diese Kühlanordnung ist mit einer Mischkammer in Achsnähe des Läufers aus-
- 25 gestattet, die ein Zweiphasengemisch an flüssigem und gasförmigem, von außen an einem Kühlmittelanschlußkopf zugeführtem Helium I enthält. Die Erregerwicklung befindet sich dabei in einem Bad mit flüssigem Helium, das der Mischkammer entnommen ist. Die Strömung dieses
- 30 Heliums zwischen Mischkammer und den die Erregerwicklung durchsetzenden Kühlkanälen des Bades erfolgt dabei aufgrund eines auf Dichteunterschieden beruhenden Selbstpump-Effektes in sogenannten Thermosiphon-Schleifen (vgl. z.B. "Cryogenics", Juli 1977, Seiten 429 bis 433).
- 35 Ein solcher Selbstpump-Effekt wird auch zur Kühlung

eines die Erregerwicklung konzentrisch umschließenden Dämpferschildes mit gasförmigem, aus der Mischkammer ebenfalls entnommenem Helium ausgenutzt. Die Kühlmittelwege des die Erregerwicklung bzw. den Dämpferschild kühlenden Heliums sind somit nicht entkoppelt.

Bei dieser bekannten Kühlanordnung wird zwar das der Mischkammer zuzuführende Helium an dem Anschlußkopf mit einem verhältnismäßig geringen Druck von beispielsweise  $1 \cdot 10^5$  Pa in eine entsprechende Zuführungsleitung eingespeist. Jedoch muß hierbei die Kühlmittelspeisung in den Läufer sehr sorgfältig dimensioniert werden. Da nämlich variable Wärmeverluste das gesamte Kühlsystem beeinflussen, kann eine Änderung der thermischen Last in der Erregerwicklung und in dem Dämpferschild unter Umständen den Selbstpump-Effekt zerstören. Die Folge davon wäre ein unerwünschter Temperaturanstieg in der Wicklung. Bei einer lokal unterschiedlichen Wärmezufuhr ist gegebenenfalls sogar eine Strömungsumkehr in den Thermosiphon-Schleifen zu beobachten, die zu einer Überhitzung der Supraleiter bei schlechtem Wärmeübergang führt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Kühlanordnung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß die bei dieser Anordnung auftretenden Abdichtungsprobleme vermindert sind. Dabei soll insbesondere der Kühlmittelanschlußkopf konstruktiv verhältnismäßig einfach zu gestalten sein. Zugleich sollen mit dieser Kühlanordnung die für einen funktions-sicheren und wirtschaftlichen Langzeitbetrieb der Maschine zu stellenden, nachstehend aufgeführten Forderungen erfüllt werden können:

a) Erhöhte Wärmeverluste bei anomalen Betriebszuständen wie Schieflast oder Pendelungen sollen den supra-



- leitenden Zustand nicht gefährden.
- b) Ein Ausfall der Kälteanlage sollte kurzzeitig tolerierbar sein, ohne den Betrieb der Maschine zu beeinflussen.
  - 5 c) Die Zeitdauer für das Kaltfahren des Läufers sollte unabhängig sein von den Eigenschaften des Kühlsystems im Kaltbetrieb.
  - d) Die Funktion des Kühlsystems sollte unabhängig von der Rotation gewährleistet werden, um bei Inbetrieb-
  - 10 nahme der Rotorwicklung einen Kalttest im Stillstand zu ermöglichen.

Unter Berücksichtigung dieser Forderungen wird die genannte Aufgabe erfindungsgemäß mit den im Kennzeichen  
15 des Hauptanspruchs aufgeführten Maßnahmen gelöst.

Die mit dieser Ausgestaltung der Kühlanordnung erreichten Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, daß zum einen die hohe Wärmeleitfähigkeit des Heliums II zur Wicklungs-  
20 kühlung unabhängig von der Orientierung der Kühlkanäle des Kühlmittelbades im Zentrifugalfeld ausgenutzt wird. Da am Kühlmittelanschlußkopf das die Wicklung kühlende Helium II nur etwa unter Atmosphärendruck oder geringem Überdruck zu stehen braucht und ähnliche Druckverhältnisse  
25 dort auch in den zweiten und dritten Kühlmittelwegen herrschen können, sind zum anderen die Abdichtungsprobleme entsprechend gering. Da außerdem eine Wicklungstemperatur von etwa 1,8 K ohne weiteres zu erreichen ist, kann bei der Maschine eine entsprechend hohe Strom-  
30 tragfähigkeit der Supraleiter ausgenutzt werden. Diese Stromtragfähigkeit ist z.B. für Niob-Titan um etwa 40 % höher als bei Betriebstemperaturen um 4,2 K. Zusätzliche Wärmeverluste, insbesondere kurzzeitige Wärmepulse, können durch das Helium II abgeführt werden, wo-  
35 bei die Kühlmitteltemperatur nur wenig, etwa bis 2,1 K,

erhöht wird. Die Helium-Enthalpie-Differenz zwischen 1,8 und 2,1 K dient dabei als Wärmepuffer.

5 Aufgrund der vorgesehenen Trennung des ersten Kühlmittelweges von den übrigen Kühlmittelwegen kann vorteilhaft der Massenstrom durch den Dämpfer außerhalb des Läufers eingestellt und bei länger dauernden anomalen Betriebsfällen den Bedürfnissen leicht angepaßt werden.

10 Vorteilhafte Weiterbildungen der Kühlanordnung nach der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

15 Zur weiteren Erläuterung der Erfindung und deren in den Unteransprüchen gekennzeichneten Ausgestaltungen wird nachstehend auf die Zeichnung Bezug genommen, in deren Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer Kühlanordnung gemäß der Erfindung schematisch veranschaulicht ist. Figur 2 zeigt einen Teil eines weiteren  
20 Ausführungsbeispiels einer solchen Kühlanordnung.

In Figur 1 ist als Längsschnitt nur die obere Hälfte einer Kühlanordnung nach der Erfindung für den Läufer einer elektrischen Maschine, insbesondere eines Turbo-  
25 generators, angedeutet. In der Figur nicht näher ausgeführte Teile des Läufers dieser Maschine und der Kühlanordnung sind allgemein bekannt, so daß auf eine Darstellung verzichtet ist. Die sich im Betriebszustand der Maschine ergebenden Kühlmittelströmungen sind durch  
30 Pfeile an den einzelnen Kühlmittelwegen veranschaulicht.

Der um eine Achse 2 drehbar gelagerte Läuferkörper 3 enthält eine supraleitende Erregerwicklung 4, die beispielsweise in Nuten angeordnet und von einem Kühlsystem mit axialen und radialen Kühlkanälen durch-  
35

- setzt ist. Das in diesen Kühlkanälen befindliche kryogene Medium soll die supraleitenden Leiter der Wicklung auf der geforderten Betriebstemperatur halten. Die Erregerwicklung 4 ist konzentrisch von einem gekühlten Dämpferschild 5 umgeben, den ein ebenfalls gekühlter Strahlungsschild 6 konzentrisch umschließt. Aus thermischen Isolationsgründen befinden sich die zu kühlenden Teile in Vakuumräumen 7.
- 10 Gemäß der Erfindung soll eine Badkühlung der Erregerwicklung 4 mit superfluidem Helium (He II) unterhalb dessen kritischer Wärmestromdichte vorgesehen sein. Hierzu wird dieses Helium über einen in der Figur nicht näher ausgeführten Anschlußkopf 2 mit einer
- 15 Temperatur von etwa 1,8 K längs der zentralen Achse 2 dem Läufer und über eine Kühlmittleitung 10 dem die Wicklung 4 kühlenden Bad 11 zugeführt. Der entsprechende erste Kühlmittelweg der Kühlanordnung ist in der Figur allgemein mit A bezeichnet. Das He II
- 20 ist einem außerhalb des Läufers befindlichen, in der Figur nicht dargestellten Vorratsbehälter entnommen. Der Heliumzustand kann dabei in diesem Vorratsbehälter gemäß der DE-AS 25 07 614 erzeugt sein. Um die hohe Wärmeleitfähigkeit des He II zur Wicklungskühlung aus-
- 25 nutzen zu können, ist der Querschnitt der Kühlmittleitung 10 ausreichend groß gewählt, so daß über das in ihr befindliche Kühlmittel vorteilhaft der Wärmetransport von der Wicklung nach außen erfolgen kann.
- 30 Der Druck, unter dem das He II an dem Anschlußkopf 2 steht, beträgt mindestens  $1 \cdot 10^5$  Pa und kann vorteilhaft unter  $2 \cdot 10^5$  Pa, vorzugsweise unter  $1,5 \cdot 10^5$  Pa liegen. Insbesondere kann Atmosphärendruck herrschen.

- Ein zweiter, allgemeiner mit B gekennzeichneteter Kühlmittelweg der Kühlanordnung, der unabhängig von dem ersten Kühlmittelweg ist, dient zur Kühlung des Dämpferschildes 5 und des Strahlungsschildes 6. Hierzu tritt an dem Kühlmittelanschlußkopf 9 in einem Anschlußteil 13 kaltes Helium I mit einer Temperatur von etwa 4,2 K und unter einem Druck  $\geq 1 \cdot 10^5$  Pa in eine kalte Zuführungsleitung 15 ein. Nacheinander werden dann von dem Kühlmittel mit dem Dämpferschild 5 thermisch verbundene Kühlkanäle 16 und mit dem Strahlungsschild 6 thermisch verbundene Kühlkanäle 17 durchströmt, wobei sich das Kühlmittel bis auf beispielsweise 100 K erwärmt. Anschließend wird das Helium I noch zur Kühlung von drehmomentübertragenden Verbindungsstücken zwischen kalten und warmen Läuferteilen in entsprechenden Leitungsteilen 18 und 19 herangezogen, bevor es über eine achsnahe Abführungsleitung 20 mit einer Temperatur von etwa 300 K und einem Druck von etwa  $1 \cdot 10^5$  Pa an einem weiteren Kühlmittelanschlußkopfteil 21 aus dem Läufer wieder austritt. Die gezeigte Kühlmittelströmung stellt sich aufgrund der Rotation der Maschine und der sich ausbildenden Temperaturverhältnisse längs des zweiten Kühlmittelweges B zumindest weitgehend von selbst ein.
- Ein Teil des Dämpfer-Kühlmittelstromes wird vor dem Dämpferschild 5 zur Kühlung der erforderlichen Stromzuführung 23 abgezweigt. Der entsprechende dritte Kühlmittelweg ist allgemein mit C gekennzeichnet. Der Austritt des Kühlmittels erfolgt aus dem Anschlußkopf 9 an einem Anschlußkopfteil 25 mit einer Temperatur von etwa 300 K. Außerhalb des Läufers kann vorteilhaft der gewünschte Massenstrom eingestellt bzw. geregelt werden. Zur Wicklung 4 hin ist ein kurzes Teilstück 26 der Stromzuführung 23 zwischen dem ersten Kühlmittelweg A

H

-8-

VPA 81 P 7504 DE

und dem zweiten bzw. dritten Kühlmittelweg B bzw. C ungekühlt.

Wie in der Figur ferner angedeutet ist, können mit  
5 dem He II des ersten Kühlmittelweges A beispielsweise  
in radialen Ebenen verlaufende Bleche 28 thermisch verbunden sein, die zur Aufnahme von Molekularsieben dienen.

Zum Abkühlen der Wicklung 4 auf die Betriebstemperatur  
10 kann der Wicklungsraum mit dem Helium-Kreislauf für  
den Dämpferschild 5 verbunden werden. Hierzu sind zwischen dem Wicklungsraum und dem Dämpferkreislauf des  
zweiten Kühlmittelweges B Verbindungsleitungen 30 und 31  
vorgesehen, so daß die Wicklung zwangsweise von Kühl-  
15 mittel durchströmt werden kann. Die Verbindungsleitungen  
30 und 31 werden im Kaltbetrieb z.B. über in ihnen angeordnete Ventile wieder geschlossen.

Da bei der Kühlanordnung an dem Kühlmittelanschlußkopf  
20 2 zwischen dem Außenraum und dem ersten Kühlmittelweg  
bzw. zwischen den einzelnen Kühlmittelwegen untereinander etwa gleiche Druckverhältnisse herrschen, ist  
vorteilhaft der konstruktive Aufwand der entsprechenden  
rotierenden Dichtungen 33 bis 36 entsprechend gering.

25 Um Ausfallzeiten der erforderlichen Kälteanlage für  
die Kühlanordnung überbrücken zu können, wird zweckmäßig ein Helium II-Vorratsbehälter vorgesehen. Außerdem kann vorteilhaft noch ein weiterer Helium II-Tank  
30 in dem Läufer angeordnet werden, der als Kältemittelpuffer insbesondere auch im Hinblick auf zusätzliche  
Wärmeverluste dient. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel einer Kühlanordnung ist in Figur 2 schematisch  
als Längsschnitt angedeutet. Mit Figur 1 überein-  
35 stimmende Teile sind dabei mit denselben Bezugszeichen  
versehen.

09.02.81

3104469

12

~~A~~- VPA 81 P 7 5 0 4 DE

Wie aus Figur 2 zu entnehmen ist, ist in den ersten Kühlmittelweg A für das He II ein zentraler Helium II-

-Tank 40 integriert. Dieser Tank ist über einzelne Rohrleitungen 41 mit den Kühlkanälen des Bades 11

- 5 zur Kühlung der Erregerwicklung verbunden. Über die zentrale Kühlmittelleitung 10 steht der Heliumtank mit einem in der Figur nicht dargestellten, außerhalb des Läufers liegenden Helium II-Vorratsbehälter in Verbindung.

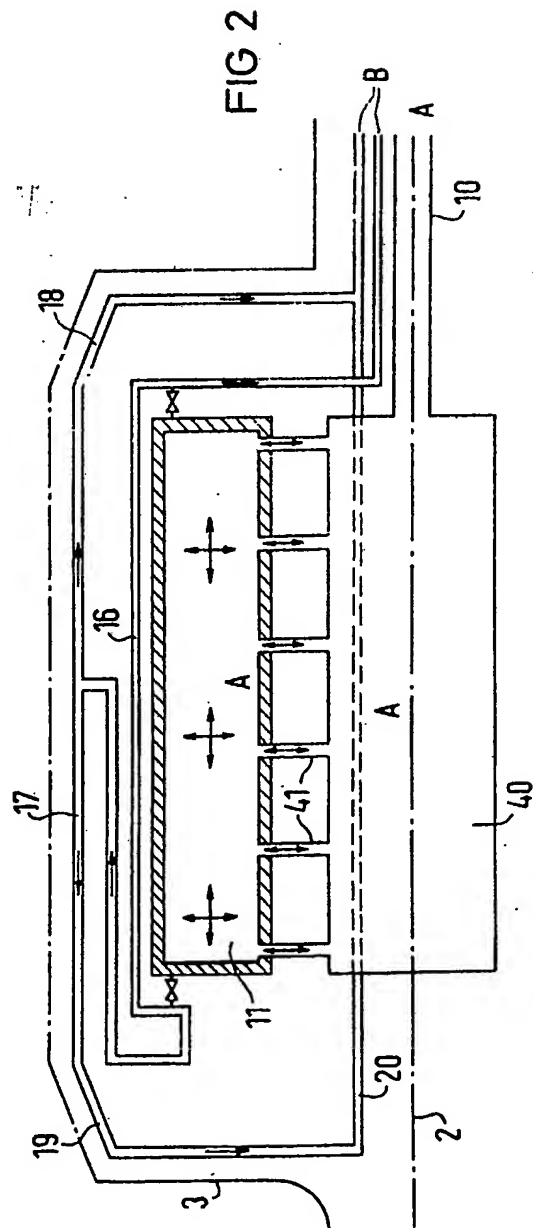
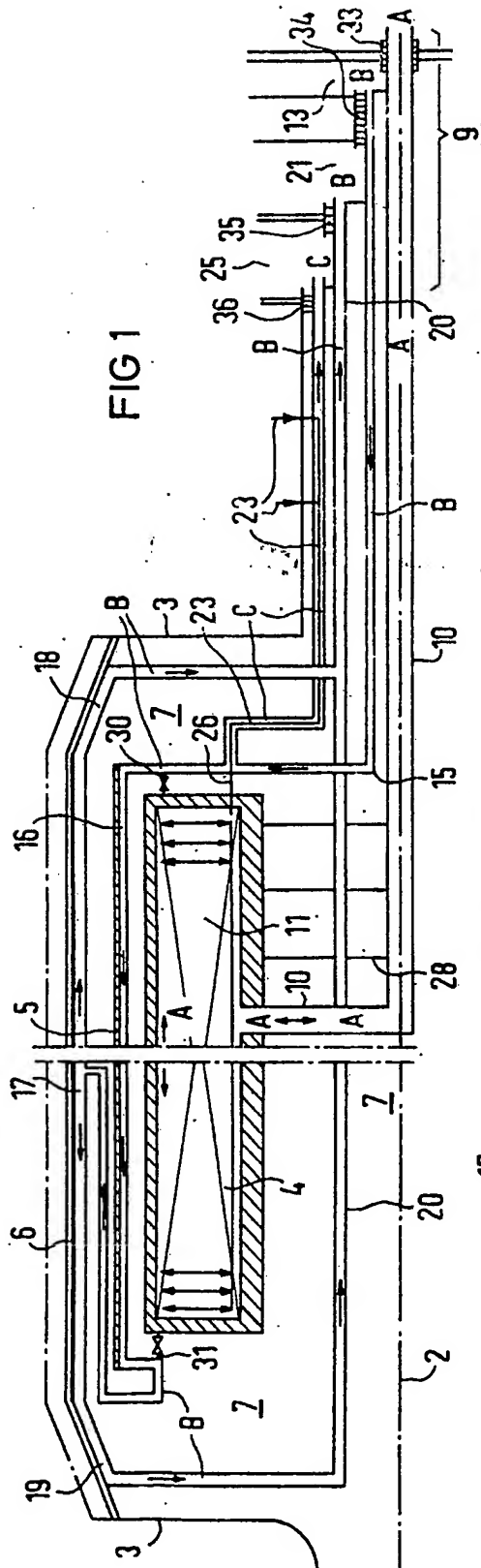
9 Patentansprüche

13

1/1

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

3104469  
H02K 9/197  
9. Februar 1981  
19. August 1982



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**